





دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان قزوین
دانشکده بهداشت

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط

عنوان:

کاربرد فرایند فنتون در تصفیه فاضلاب صنایع روغن زیتون

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر حمزه علی جمالی

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر حمید کاریاب

پژوهش و نگارش:

فرزانه دوستی

تیرماه ۱۳۹۶

مقدمه و اهمیت موضوع



ویژگی‌های فاضلاب روغن‌زیتون



□ رنگ قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه

□ بوی اسیدی منحصر به فرد زیتون

□ محتویات آلی بالا (پلی ساکارید، قند،

ترکیبات فنل، تانین‌ها، پلی الکل‌ها، پروتئین،

اسیدهای آلی و لیپیدها)

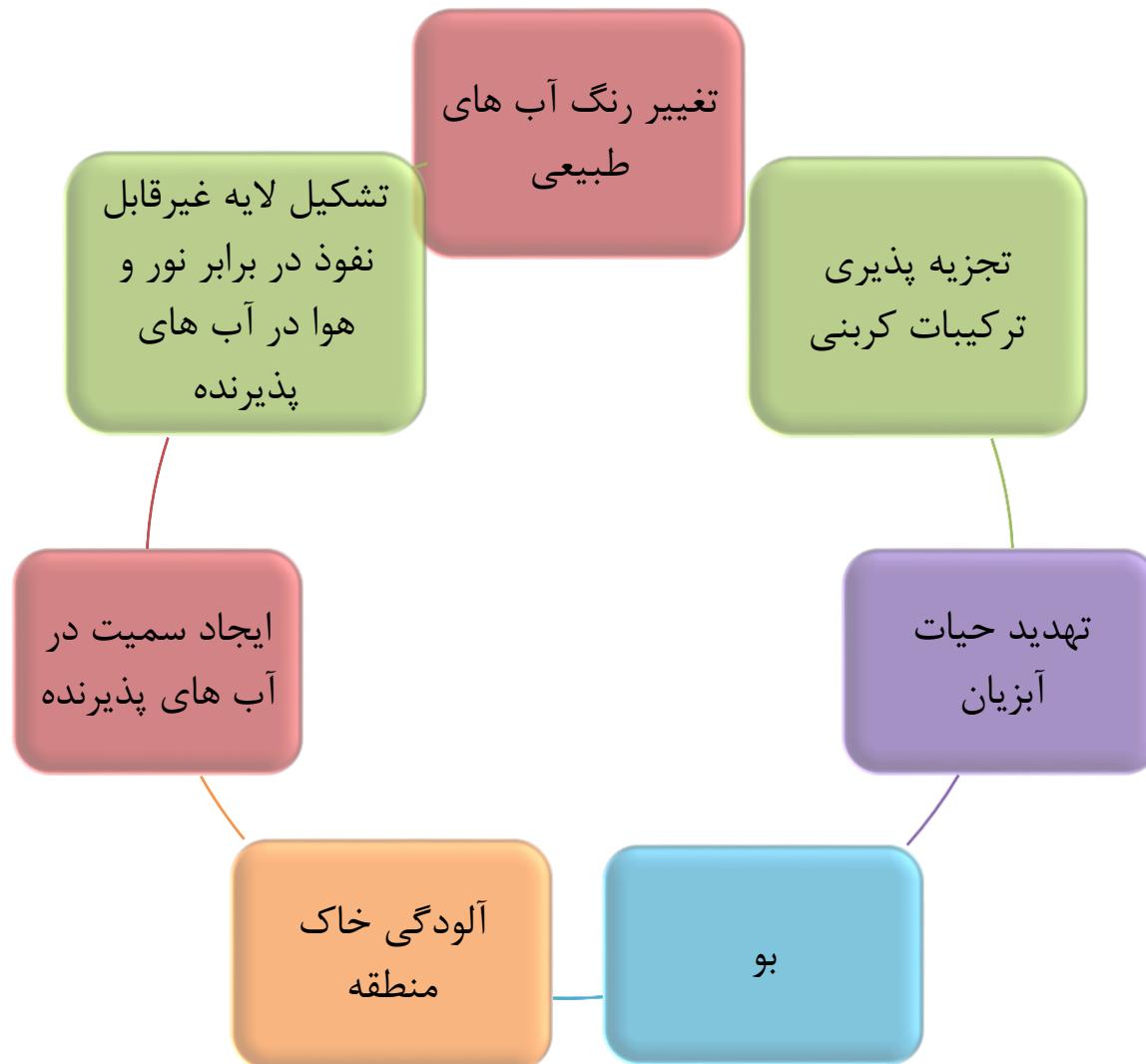
□ خصوصیات اسیدی با $\text{pH} 3-5/9$

□ غلظت بالای ترکیبات فنلی

□ محتوی مقدار زیاد مواد جامد



مخاطرات بهداشتی دفع مستقیم فاضلاب روغن زیتون در محیط زیست



روش‌های تصفیه فاضلاب روغن زیتون

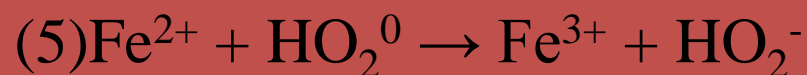
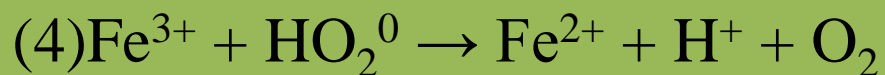
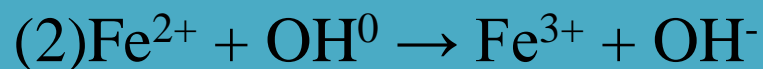
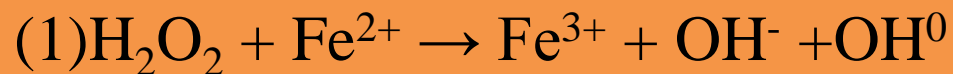
- ❑ روش های تبخیری
- ❑ اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس
- ❑ تصفیه زیستی هوازی
- ❑ تصفیه زیستی بی هوازی
- ❑ انعقاد و لخته سازی شیمیایی
- ❑ اکسیداسیون پیشرفته

فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOPs)

The role of OH° in AOPs



فرایند فنتون



مزایای طراحی آماری آزمایشات در آنالیزهای چند متغیره در برابر روش های بهینه سازی سنتی

- ❑ حداقل تعداد آزمایشات
- ❑ بررسی اثرات متقابل متغیرها
- ❑ بهینه سازی پارامترهای مورد بهره برداری در سیستم های چند متغیره
- ❑ کاهش زمان و هزینه های آزمایشات
- ❑ ارائه طیف گسترده از تصاویر گرافیکی
- ❑ خروجی بهتر و قابل قبول

طراحی آزمایشات با نرم افزار Design expert

روش سطح پاسخ: یک مدل آماری است که برای داده‌های کمی حاصل از آزمایشات تجربی جهت تخمین مدل رگرسیونی و شرایط عملیاتی کاربرد دارد. این مدل آماری کمک می‌کند روابط بین متغیرهای تأثیرگذار در آزمایش تعیین و محاسبه شود. هدف اصلی RSM تعیین شرایط بهینه بهره برداری است.



CCD (Central composite design): طراحی استاندارد مدل آماری RSM است که به صورت گسترده‌ای برای فیت کردن مدل درجه ۲ مورد استفاده قرار گرفته است و در این حالت به کمترین تعداد آزمایشات احتیاج دارد.

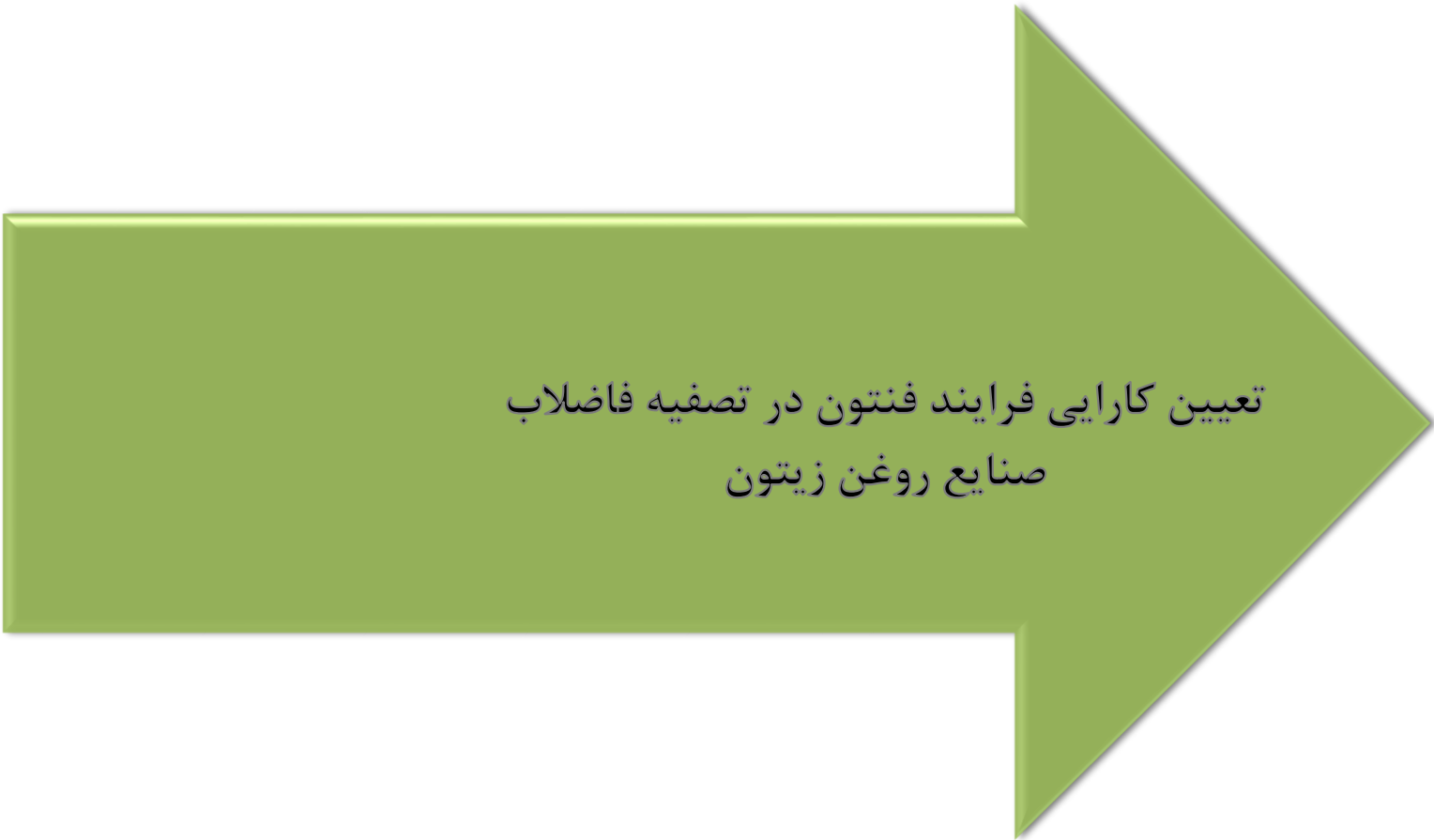


$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i \leq j}^k \sum_j^k \beta_{ij} x_i x_j + \dots + e$$

مدل چندجمله‌ای درجه دوم :



آنالیز واریانس و بهینه سازی



تعیین کارایی فرایند فنتون در تصفیه فاضلاب
صنایع روغن زیتون

اهداف پژوهش

۱. تعیین اثر pH در حذف رنگ از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۲. تعیین اثر غلظت H_2O_2 در حذف رنگ از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۳. تعیین اثر غلظت Fe^{2+} در حذف رنگ از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۴. تعیین اثر مدت زمان واکنش در حذف رنگ از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۵. تعیین اثر نسبت H_2O_2/Fe^{2+} در حذف رنگ از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۶. تعیین اثر pH در حذف کل ترکیبات فنل از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۷. تعیین اثر غلظت H_2O_2 در حذف کل ترکیبات فنل از فاضلاب صنایع روغن زیتون
۸. تعیین اثر غلظت Fe^{2+} در حذف کل ترکیبات فنل از فاضلاب صنایع روغن زیتون

۹- تعیین اثر مدت زمان واکنش در حذف کل ترکیبات فنل از فاضلاب صنایع روغن زیتون

۱۰- تعیین اثر نسبت H_2O_2/Fe^{2+} در حذف ترکیبات فنل از فاضلاب صنایع روغن زیتون

۱۱- تعیین اثر pH در تغییرات نسبت BOD_5/COD فاضلاب صنایع روغن زیتون

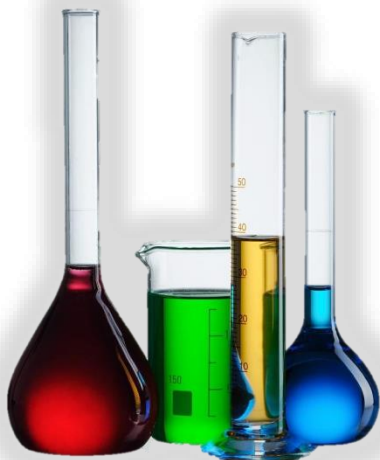
۱۲- تعیین اثر غلظت H_2O_2 در تغییرات نسبت BOD_5/COD فاضلاب صنایع روغن زیتون

۱۳- تعیین اثر غلظت Fe^{2+} در تغییرات نسبت BOD_5/COD فاضلاب صنایع روغن زیتون

۱۴- تعیین اثر مدت زمان واکنش در تغییرات نسبت BOD_5/COD فاضلاب صنایع روغن زیتون

۱۵- تعیین اثر نسبت H_2O_2/Fe^{2+} در تغییرات نسبت BOD_5/COD از فاضلاب صنایع روغن زیتون

مواد و روش ها



مراحل انجام کار

فاضلاب مصرفی:

- نمونه‌های مورد نیاز مستقیماً از خروجی فاضلاب یک کارخانه روغن زیتون واقع در استان گیلان که تصفیه زیستی روی آن انجام شده بود، تهیه شد. پس از انتقال به آزمایشگاه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.

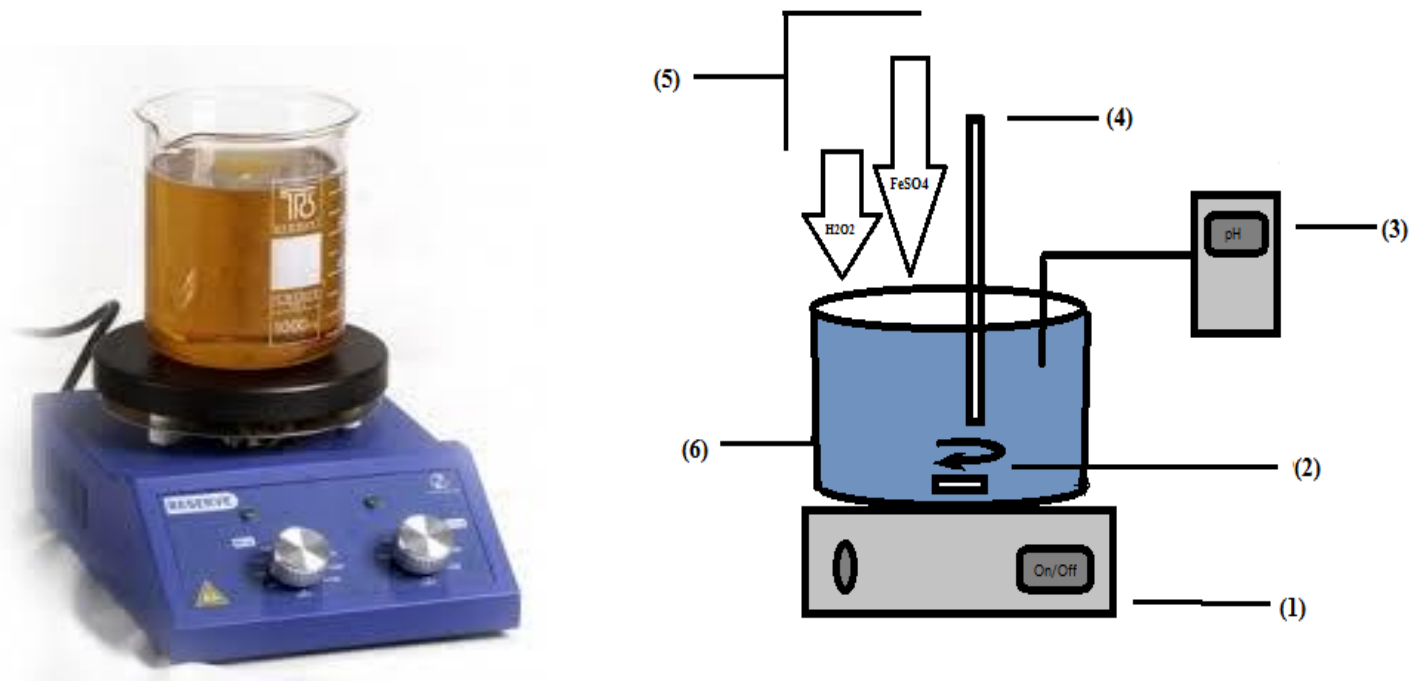
فرایند اکسیداسیون فنتون:

- آزمایشات مربوط به فرایند فنتون در یک راکتور ناپیوسته از جنس پیرکس انجام شد. حجم کل نمونه پساب در هر بار آزمایش ۵۰۰ میلی‌لیتر بود. ابتدا نمونه پساب به درون راکتور انتقال یافت و سپس سولفات آهن ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) و پروکسید هیدروژن (H_2O_2) به آن اضافه گردید. نمونه‌های مورد نیاز در فواصل زمانی معینی توسط پیپت ۵۰ میلی‌لیتری از راکتور برداشت شد.

آنالیز نمونه‌ها

- BOD_5 و COD و کل ترکیبات فنلی طبق دستورالعمل استاندارد متد
- میزان رنگ به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۲۸۸ نانومتر (۳)

راکتور انجام فرایند



شماتیک پایلوت مورد استفاده در فرایند فنتون

(۱) همزن مغناطیسی (۲) مگنت (۳) pH متر (۴) پی پت نمونه گیری (۵) پروکسید هیدروژن و نمک آهن مورد استفاده در فرایند (۶) راکتور پیرکس

آزمایشات مقدماتی

تعیین دامنه متغیرها بر اساس مطالعات
قبلی (۱-۳)

- pH در دامنه ۳-۶
- مدت زمان واکنش در دامنه ۳۰-۱۵۰ دقیقه
- غلظت پروکسید هیدروژن در دامنه ۰/۱۲-۰/۲۵ مول در لیتر
- غلظت یون‌های آهن در دامنه ۰/۰۶۲۵-۰/۰۱۰ مول در لیتر
- نسبت H_2O_2/Fe^{2+} در دامنه ۴-۱۲

انجام آزمایشات کنترلی

- با توجه به مطالعات قبلی آزمایشات کنترلی انجام گردید. غلظت اولیه آلاینده‌ها در تمامی مراحل آزمایش ثابت در نظر گرفته شد. در هر مرحله با تغییر یک پارامتر و ثابت نگه داشتن سایر پارامترها میزان متغیرهای وابسته سنجیده شد. سپس راندمان حذف هر پارامتر با استفاده از فرمول $Removal\% = (C_i - C_f / C_i) * 100$ محاسبه شد.

تعیین دامنه کاربردی متغیرها

- با توجه به نتایج آزمایشات کنترلی دامنه محدودتری از هر متغیر مستقل به دست آمد و جهت طراحی آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

محدوده متغیرها برای مطالعه سطح پاسخ

سطوح کدبندی شده					واحد	متغیرها
۱/۶۸	۱	۰	-۱	-۱/۶۸	دقیقه	زمان واکنش
۱۱۰/۴	۹۰	۶۰	۳۰	۹/۶		
۵/۶۸	۵	۴	۳	۲/۳۲	-	pH
۱۱/۳۶	۱۰	۸	۶	۴/۶۴	-	نسبت H_2O_2/Fe^{2+}

یافته ها



مشخصات فاضلاب استفاده شده در این مطالعه

میانگین مقدار	واحد	شاخص‌ها
۲۲۱۰۰	mg/l	BOD ₅
۱۳۶۰۰۰	mg/l	COD
۴/۹	-	pH
۵۵۷	mg/l	کل ترکیبات فنلی
۲۰/۷	°C	دما
۰/۱۶	-	نسبت BOD ₅ /COD

طراحی آزمایشات به روش CCD (طرح مرکب مرکزی)

ردیف	زمان (A)	pH (B)	H ₂ O ₂ /Fe (C)	راندمان حذف %								BOD ₅ /COD	
				BOD ₅		COD		TP		رنگ		واقعی	پیش‌بینی
				واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی		
				واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
۱	۳۰	۳	۶	۶۳	۵۸/۰۷	۵۰	۴۹/۵۶	۵۴	۵۳/۱۹	۱۰	۹/۹۵	۰/۱۲	۰/۱۳
۲	۹۰	۳	۶	۸۴	۸۵/۳۲	۷۷	۷۵/۲۱	۶۴	۶۲/۶۵	۲۸	۲۶	۰/۱۱	۰/۰۹۴
۳	۳۰	۵	۶	۳۷	۲۸/۴۲	۳۲	۳۰/۹۵	۳۱	۳۲/۱	۱۲	۱۴/۱۸	۰/۲۵	۰/۲۳
۴	۹۰	۵	۶	۴۰	۴۱/۶۷	۴۰	۴۳/۶	۵۰	۵۳/۵۶	۳۱	۳۳/۲۳	۰/۱۶۵	۰/۱۹
۵	۳۰	۳	۱۰	۹۵	۸۴/۰۵	۳۶	۳۳/۵۸	۶۵	۶۲/۲۱	۲۰	۱۹/۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲
۶	۹۰	۳	۱۰	۶۶	۶۵/۳	۴۵	۴۷/۲۲	۵۵	۵۴/۶۷	۲۵	۲۴/۱۱	۰/۱	۰/۱۱
۷	۳۰	۵	۱۰	۹۳	۸۲/۴	۴۰	۴۲/۹۷	۵۰	۵۲/۱۲	۲۲	۲۹/۲۹	۰/۰۲	۰/۰۲۳
۸	۹۰	۵	۱۰	۵۴	۴۹/۶۵	۴۲	۴۳/۶۱	۵۵	۵۶/۵۹	۳۲	۳۳/۳۴	۰/۱۳	۰/۱۳
۹	۹/۶	۴	۸	۴۴	۶۰/۳۷	۴۶	۴۷/۱۲	۵۵	۵۵/۶	۱۵	۱۲/۹۶	۰/۱۷	۰/۱۸
۱۰	۱۱۰/۴	۴	۸	۵۹	۵۵/۷۵	۷۲	۶۹/۲۲	۶۹	۶۷/۳۱	۳۳	۳۳/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۳
۱۱	۶۰	۲/۳۲	۸	۸۷	۹۱/۶	۵۳	۵۵/۰۱	۶۸	۷۱/۵۱	۲۵	۲۷/۹۳	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵
۱۲	۶۰	۵/۶۸	۸	۴۵	۵۳/۵۲	۴۰	۳۶/۳۲	۶۰	۵۵/۳۹	۴۴	۳۹/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۵
۱۳	۶۰	۴	۴/۶۴	۴۳	۴۴/۷۸	۴۸	۴۸/۳۸	۳۴	۳۲/۸۹	۱۳	۱۲/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۸
۱۴	۶۰	۴	۱۱/۳۶	۶۲	۷۳/۳۴	۳۷	۳۴/۹۶	۴۳	۴۳/۰۲	۲۱	۱۹/۹۶	۰/۰۱	۰/۰۱۳
۱۵	۶۰	۴	۸	۹۳	۸۵/۷۹	۸۹	۹۲/۳۶	۶۵	۶۹/۱۱	۴۴	۴۲/۵۵	۰/۴۵	۰/۴۵
۱۶	۶۰	۴	۸	۹۳	۸۵/۷۹	۹۰/۱۳	۹۲/۳۶	۶۸	۶۹/۱۱	۴۱	۴۲/۵۵	۰/۴۲	۰/۴۵
۱۷	۶۰	۴	۸	۷۳	۸۵/۷۹	۸۹/۸۷	۹۲/۳۶	۶۹/۵	۶۹/۱۱	۴۲	۴۲/۵۵	۰/۴۵	۰/۴۵
۱۸	۶۰	۴	۸	۸۲	۸۵/۷۹	۹۳/۱۱	۹۲/۳۶	۷۱	۶۹/۱۱	۴۰	۴۲/۵۵	۰/۴۲	۰/۴۵
۱۹	۶۰	۴	۸	۸۶	۸۵/۷۹	۹۵/۴۲	۹۲/۳۶	۶۹/۵	۶۹/۱۱	۴۵	۴۲/۵۵	۰/۴۷	۰/۴۵
۲۰	۶۰	۴	۸	۹۰	۸۵/۷۹	۹۶/۳۴	۹۲/۳۶	۷۱/۵	۶۹/۱۱	۴۳	۴۲/۵۵	۰/۴۸	۰/۴۵

نتایج آنالیز واریانس پارامترهای پاسخ

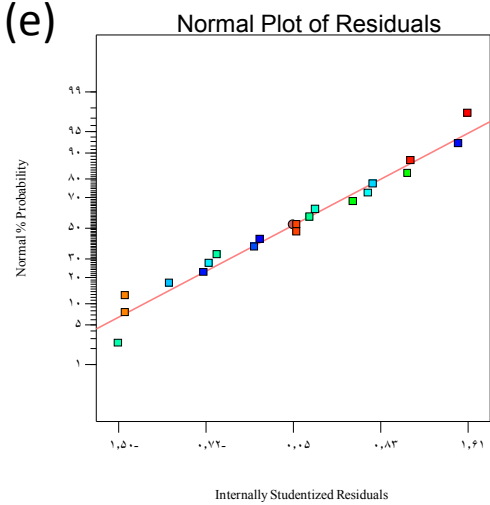
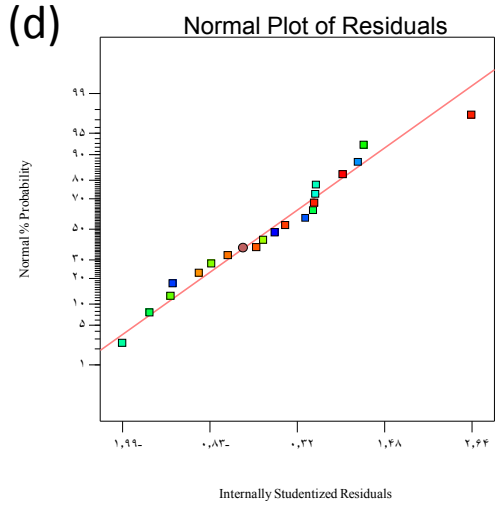
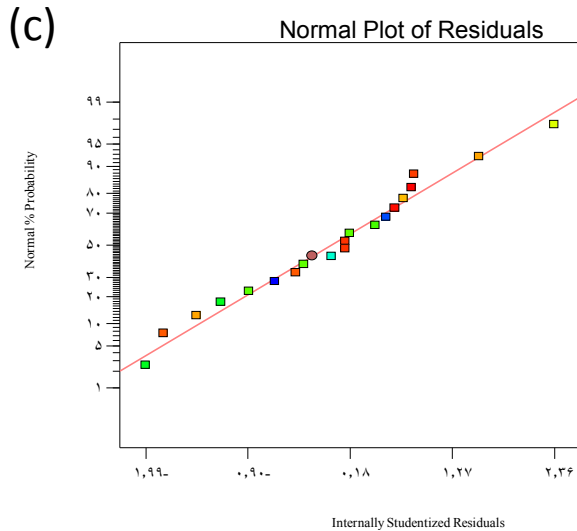
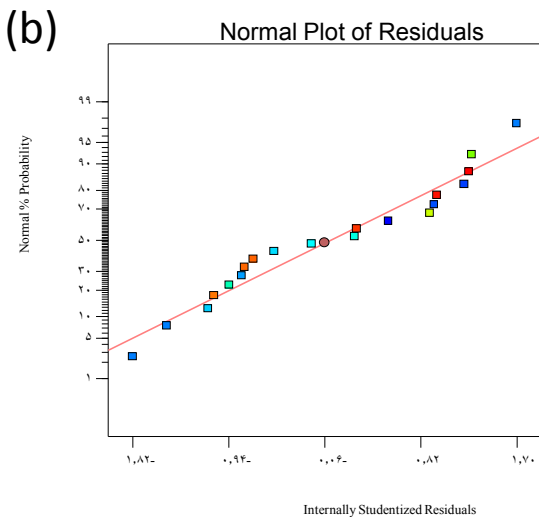
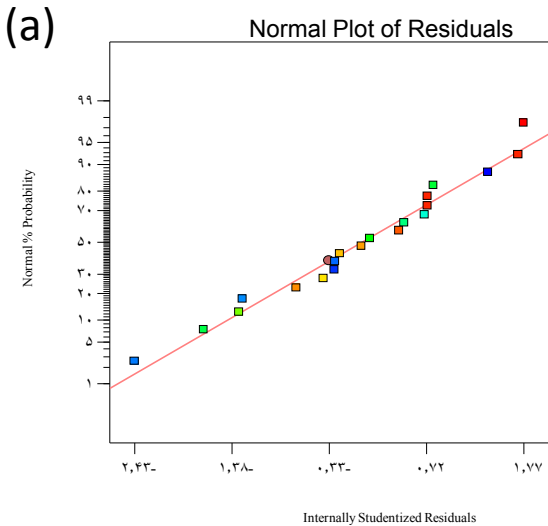
C : نسبت H_2O_2/Fe^{2+}

B : pH

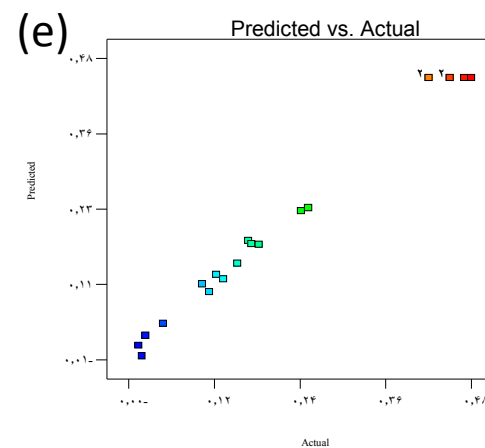
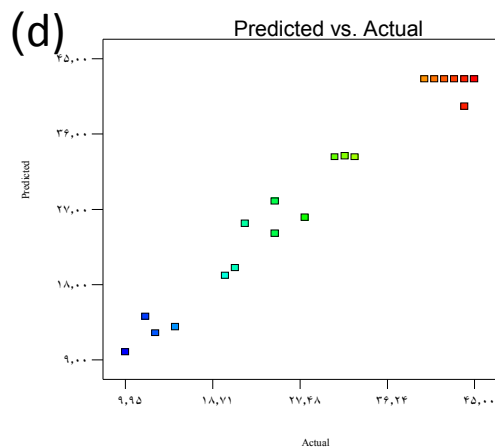
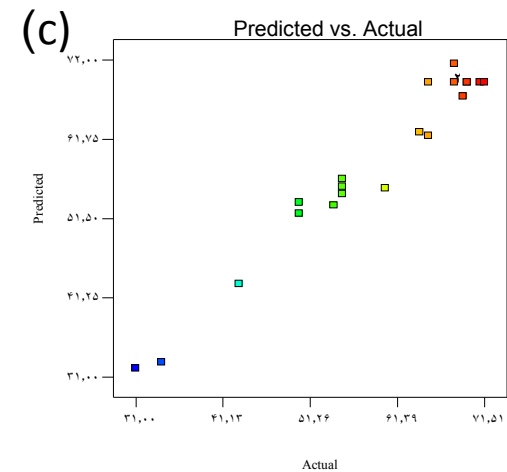
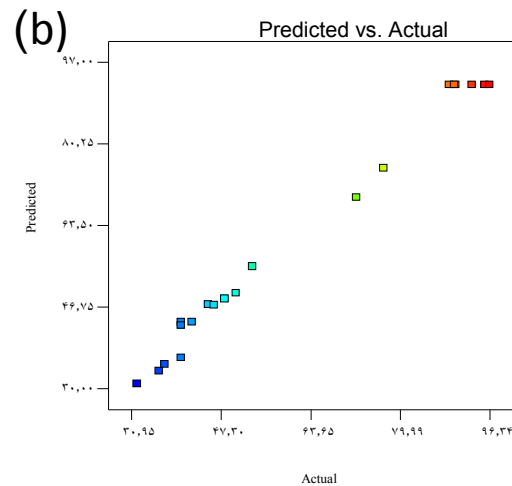
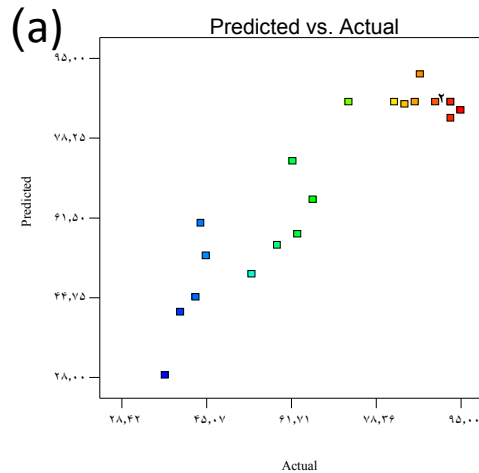
A : زمان واکنش

پاسخ‌ها	معادلات نهایی	P	PLOF	R ²	Adj. R ²	Pred. R ²	AP	S.D	CV	PRESS
BOD₅	85.79- 11.32B+8.49C-11. 5AC-9.8A ² -9.45C ²	۰/۰۰۳۴	۰/۱۳۵۶	۰/۸۶	۰/۷۳	۰/۱۴	۸/۳	۱۰/۶۷	۱۵/۴۹	۶۹۴۸/۱۶
COD	92.36+6.57A-5.55B-3.00C-3.25AB-3AC+7BC-12.09A ² -16.51B ² -17.92C ²	<۰/۰۰۰۱	۰/۳۴۳۲	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۴	۲۵/۱۹	۳/۴۵	۵/۶۹	۶۳۳/۲۴
TP	69.11+3.48A-3.79B+3.01C+3AB-4.25AB+2.75BC-2.71A ² -2B ² -11.02C ²	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۶۸۴	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۷۹	۱۷/۸۹	۳/۱۲	۵/۳۴	۵۷۳/۷۱
رنگ	42.55+6.02A3.36B+2.3C+0.75AB-2.75AC+0.5BC- 6.88A ² -3.17B ² -9.36C ²	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۸۷۸	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۸	۱۶/۰۴	۲/۸۷	۹/۸۱	۵۲۲/۶۷
نسبت BOD₅/COD	0.45+0.016A+0.029B-0.049C+0.036AC-0.019BC-0.086A ² -0.12B ² -0.12C ²	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۸۵۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	۳۱/۳۳	۰/۰۲۱	۹/۶۵	۰/۰۱۴

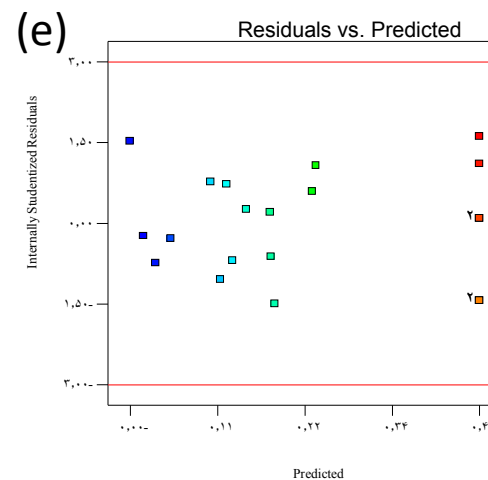
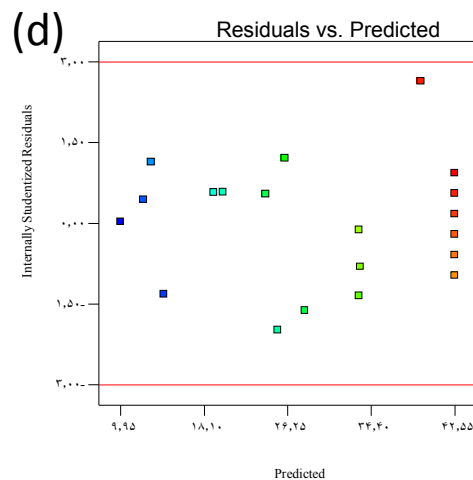
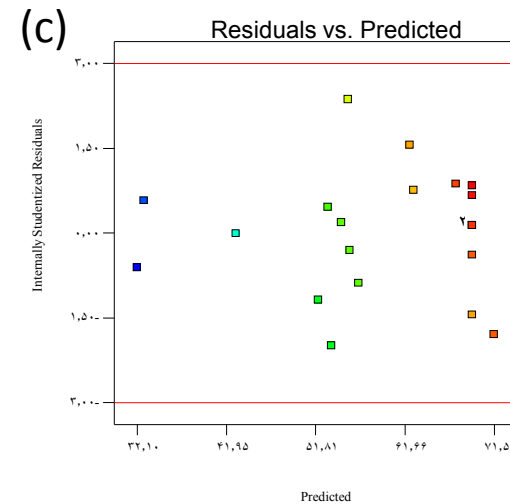
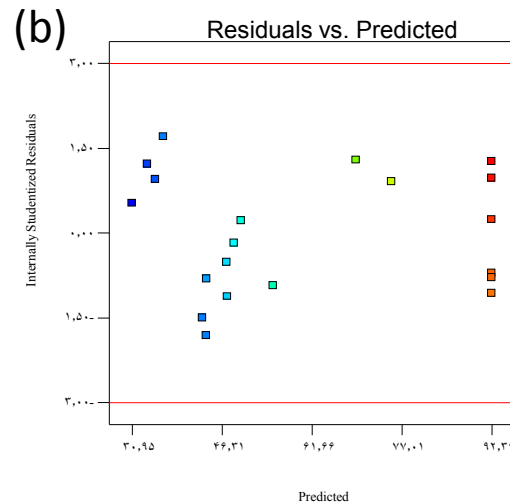
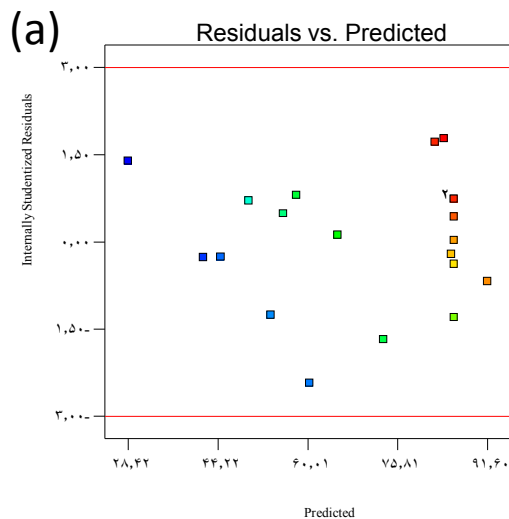
نمودارهای احتمال توزیع نرمال باقیمانده‌ها برای حذف BOD_5 ، COD ، b-TP ، c-TP ، d-color و تغییرات نسبت $\text{e-BOD}_5/\text{COD}$



نمودارهای مقادیر پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر واقعی برای حذف e - BOD_5/COD نسبت و d -color, c -TP, b - COD , a - BOD_5

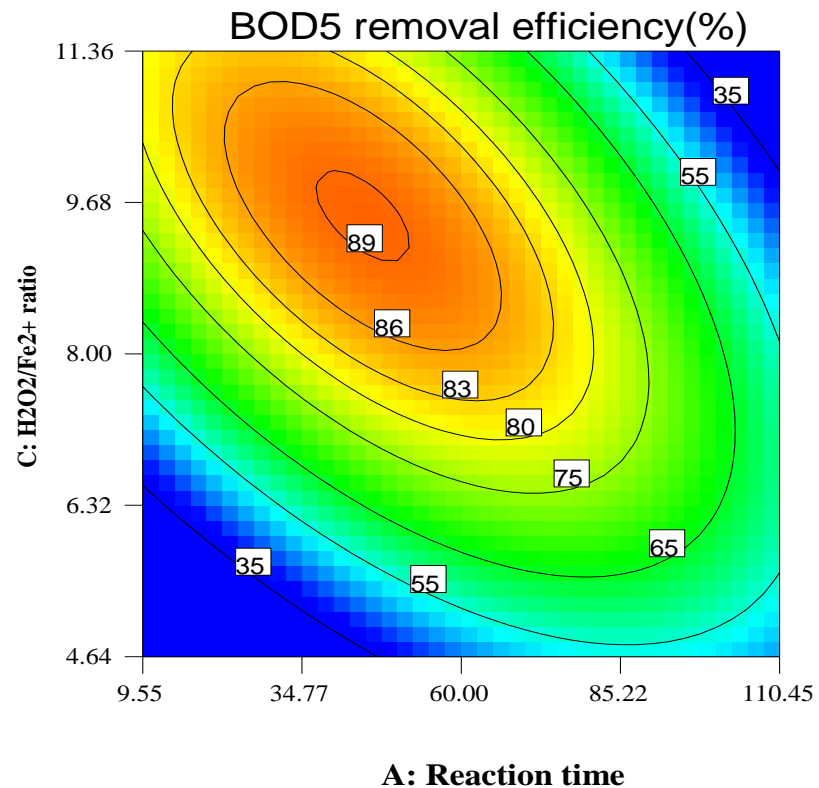


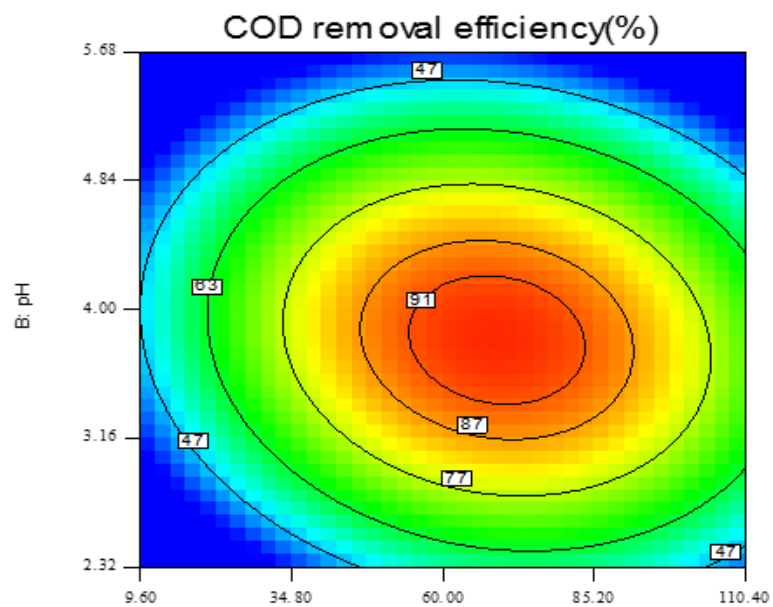
نمودار توزیع باقیمانده ها در مقابل مقادیر پیش بینی شده توسط مدل برای حذف e - BOD_5/COD و تغییرات نسبت d -color, c -TP, b - COD , a - BOD_5



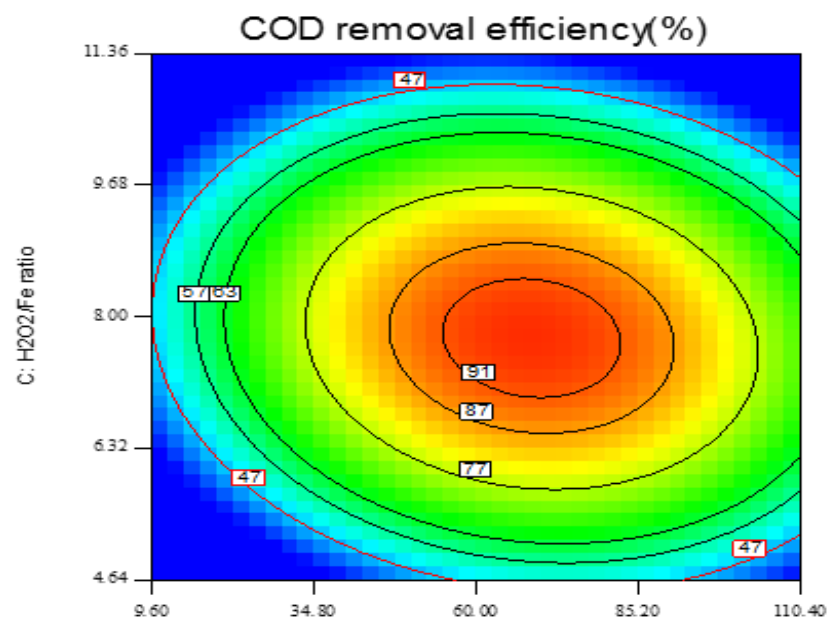
رسم نمودارهای دو بعدی

برای تعیین اثرات متقابل هر یک از متغیرهای مستقل بر روی پاسخها، با ثابت نگه داشتن متغیر مستقل دیگر در مقدار متوسط (mid range) نمودارهای دوبعدی (کانتور) از سطح حذف آلاینده‌ها رسم گردید.

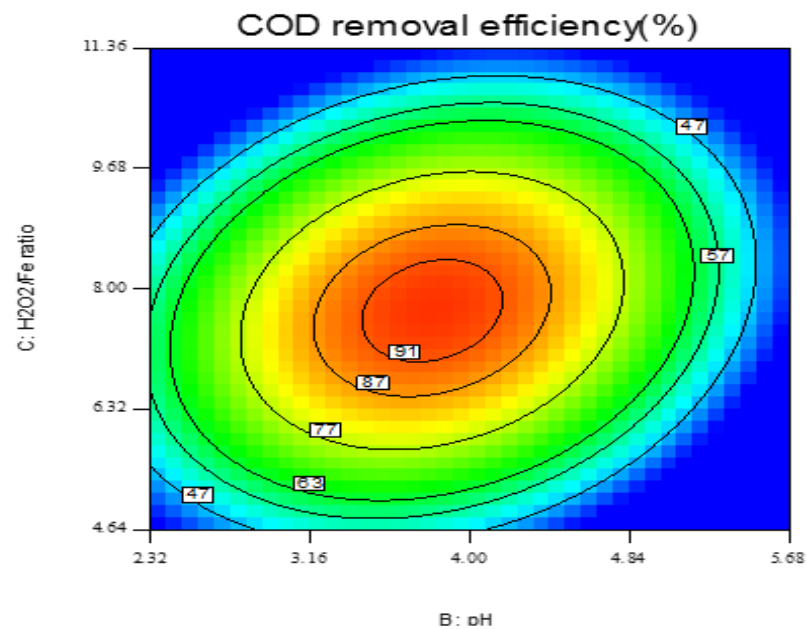




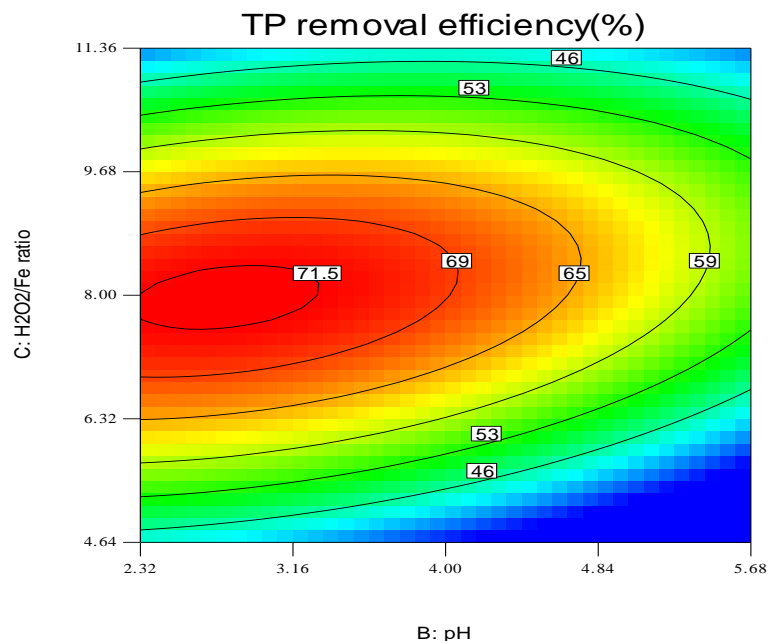
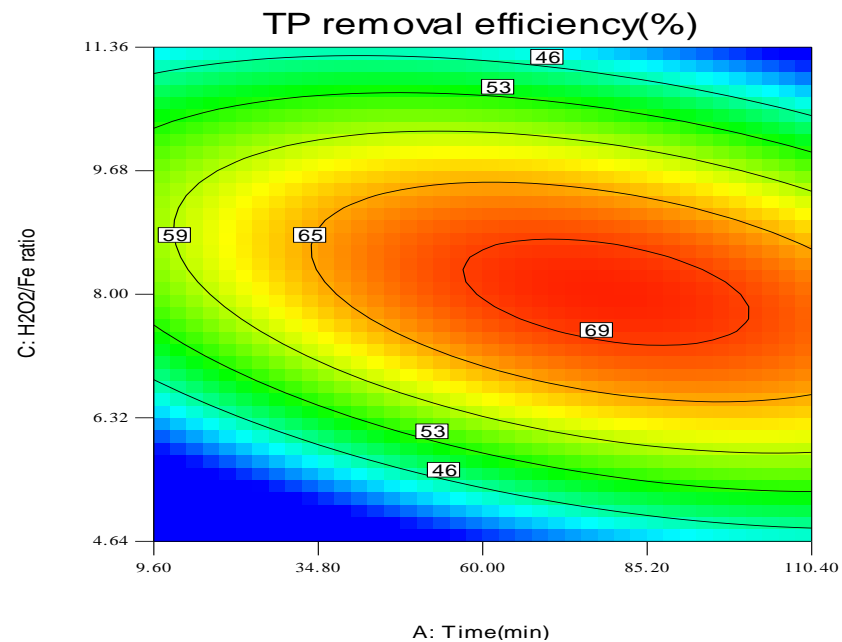
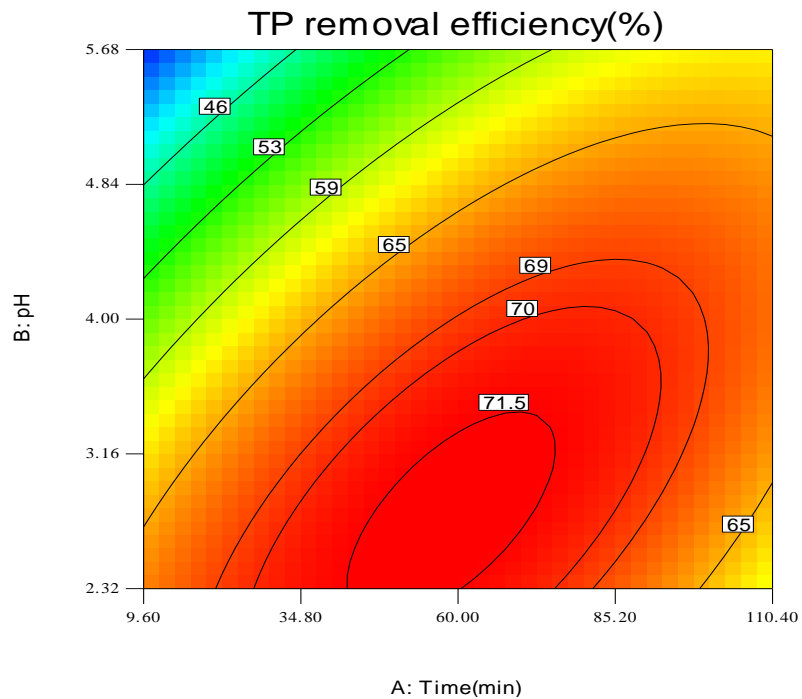
A: Time(min)

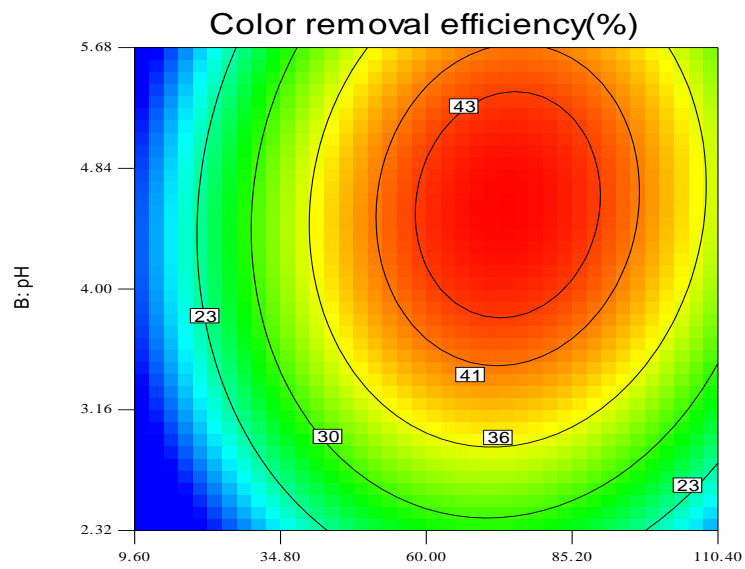


A: Time(min)

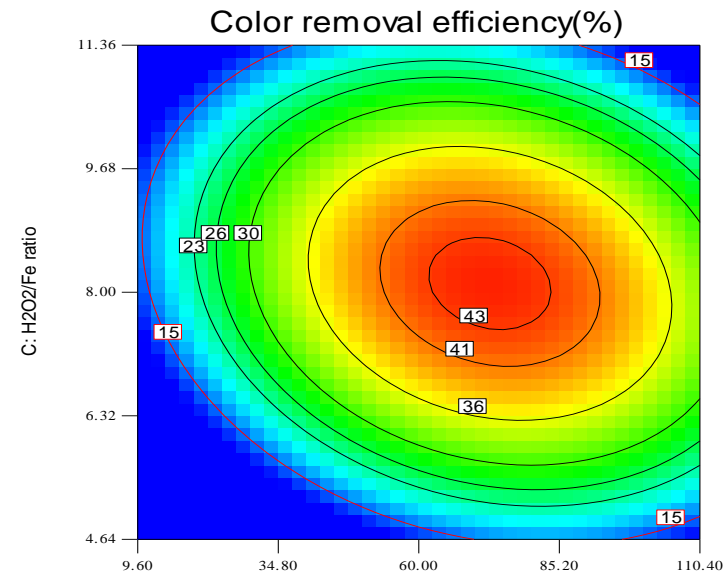


B: pH

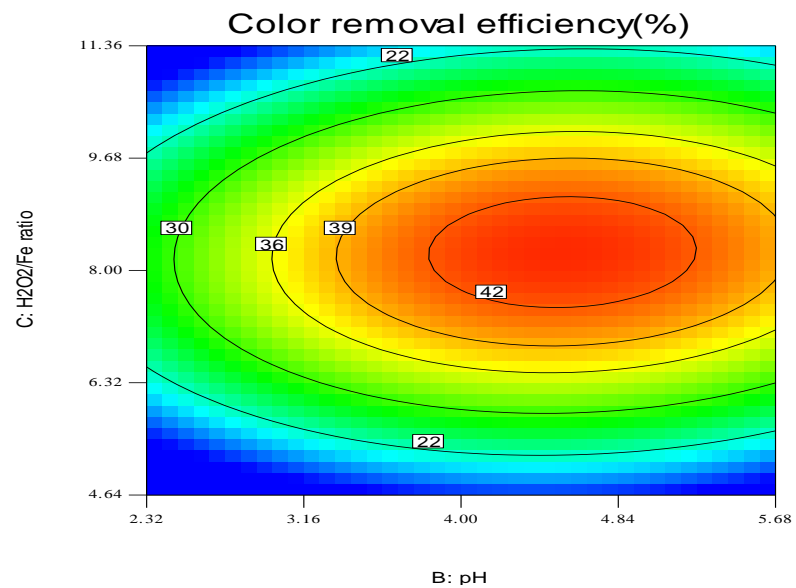




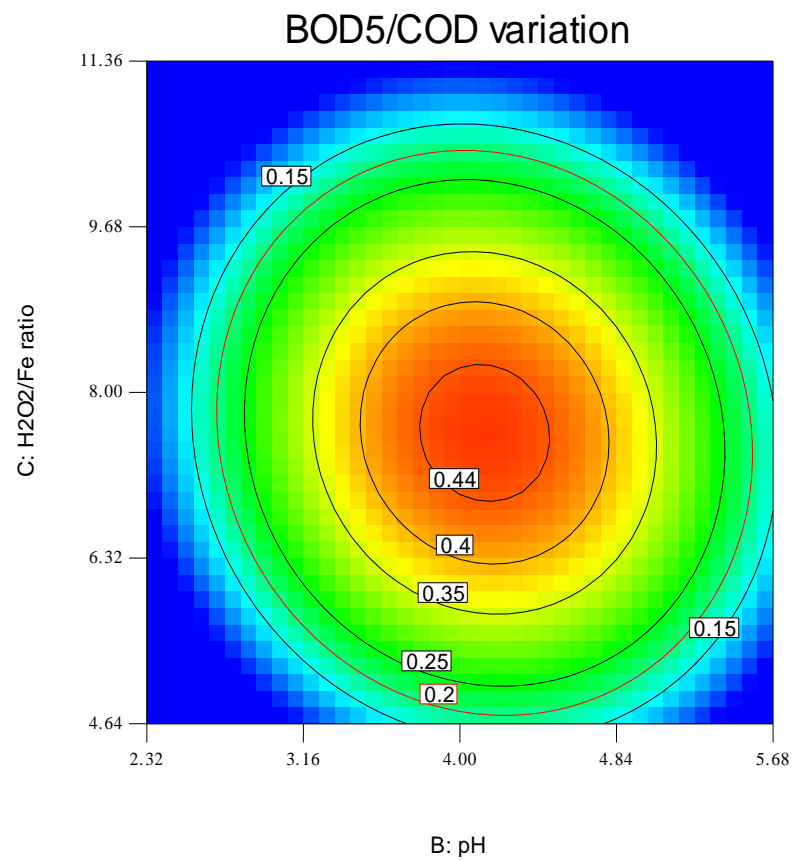
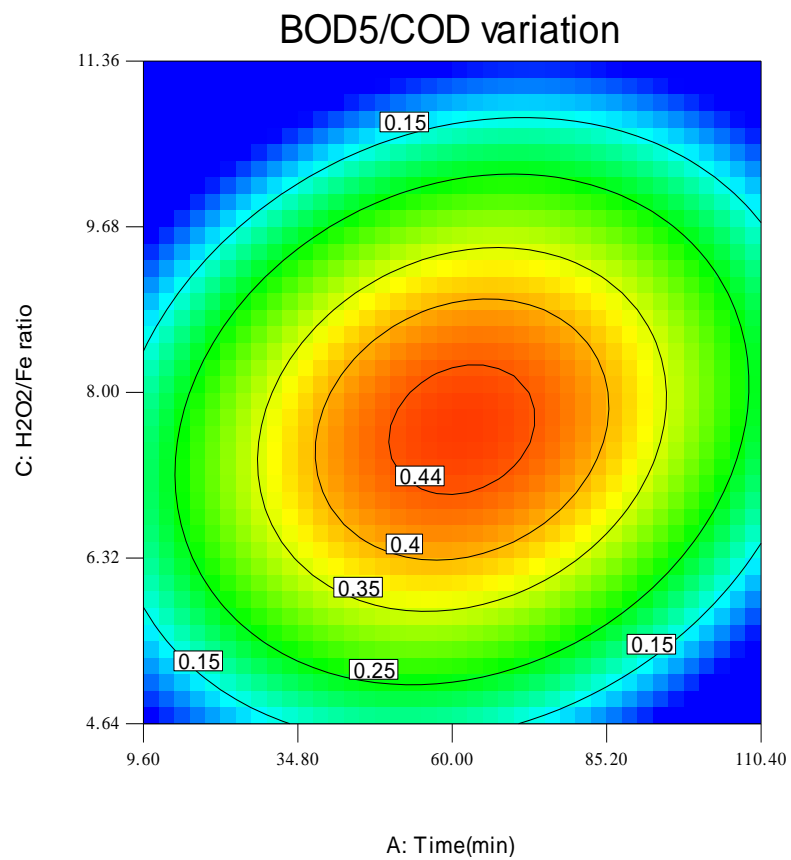
A: Time(min)



A: Time(min)



B: pH



بهینه‌سازی فرایند

جهت بهینه‌سازی فاکتورهای فرایند در حذف پاسخ‌های مورد مطالعه، در بخش بهینه‌سازی عددی نرم افزار مورد اشاره هر سه فاکتور زمان واکنش، pH و نسبت $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ در حالت In range و پاسخ‌های مورد مطالعه در حالت maximize قرار گرفتند.

شرایط بهینه	فاکتورها
۶۶/۸۱	زمان واکنش
۳/۸۳	pH
۸	نسبت $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$

بهینه‌سازی فرایند

پاسخ ها	راندمان حذف
BOD ₅	٪۸۷
COD	٪۹۳/۸
کل فنل	٪۷۰/۴
رنگ	٪۴۲/۸۵
تغییرات نسبت BOD ₅ /COD	۰/۴۴

در این شرایط مطلوبیت ٪۹۲/۸ بود.

نتایج آزمایشگاهی راستی آزمایی شرایط بهینه به دست آمده توسط مدل

برای تأیید توافق نتایج به دست آمده توسط مدل با نتایج آزمایشگاهی، سه آزمایش اضافی در شرایط بهینه انجام شد.

شرایط بهینه:					پاسخ‌ها
زمان واکنش = ۶۶/۸۱	راندمان حذف	راندمان حذف	راندمان حذف	راندمان حذف	نسبت تغییرات
pH = ۳/۸۳	BOD ₅ (%)	COD (%)	فنل (%)	راندمان حذف رنگ (%)	BOD ₅ /COD
نسبت $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ = ۸					
مقدار آزمایش	۸۹/۲	۹۵/۳	۷۳/۱	۴۳/۴	۰/۴۵
پیش‌بینی مدل	۸۶/۹۴	۹۳/۸۲	۷۰/۴	۴۲/۸۵	۰/۴۴
خطا	۲/۲۶	۱/۴۸	۲/۷	۰/۵۵	۰/۰۱
انحراف معیار	±۱/۲	±۰/۷۳	±۱/۳۲	±۰/۱۵	±۰/۰۰۴

نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام شده در شرایط بهینه پیش بینی شده توسط مدل نشان می‌دهد که نتایج برآورد شده توسط مدل و مقادیر واقعی توافق خوبی دارند.

بحث و نتیجه گیری



یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
<p>pH بهینه برای فرایند فنتون در تصفیه فاضلاب روغن زیتون برابر ۳/۸۳ به دست آمد.</p>	<p>Kuo در مطالعه‌ای ۵ نوع مختلف فاضلاب را بررسی کرد و مشاهده کرد که مناسبترین pH برای فرایند فنتون ۳/۵ است.</p>	
	<p>Kallel اعلام نموده pH بهینه برای فرایند فنتون، مستقل از ماهیت فاضلاب و حدود ۳-۵ می‌باشد.</p>	
	<p>در مطالعه‌ی احمدی و همکاران pH بهینه فرایند فنتون برابر ۴ به دست آمده است.</p>	

یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
مدت زمان واکنش بهینه برای فرایند فنتون در تصفیه فاضلاب روغن زیتون برابر ۶۶/۸۱ دقیقه بدست آمد.	در مطالعات احمدی و همکارانش نیز زمان تماس لازم برای دست یابی به حداکثر کارایی تصفیه توسط فرایند فنتون را ۶۰ دقیقه گزارش کردند.	
	Bensalah Nasr و همکارانش برای تصفیه فاضلاب روغن زیتون به وسیله فرایند فنتون، در زمان واکنش ۲۰ دقیقه به حداکثر راندمان حذف دست یافتند.	نسبت مولی متفاوت H_2O_2/Fe^{2+}
	Rivas FJ و همکارانش گزارش نمودند که در غلظت اولیه ۰/۲ مولار، بعد از گذشت ۱-۲ ساعت پروکسید هیدروژن به طور کامل مصرف می شود و در غلظت اولیه بالاتر از ۰/۵ مولار، مصرف کامل آن بعد از گذشت ۸ ساعت است.	بسته به مقدار اولیه H_2O_2 استفاده شده در آزمایشات، زمان واکنش متفاوت است.

یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
نسبت H_2O_2/Fe^{2+} بهینه در فرآیند فنتون در تصفیه فاضلاب روغن زیتون حدود ۸ به دست آمد.	در مطالعه احمدی و همکارانش نیز این نسبت در شرایط بهینه فرایند فنتون ۸/۳۳ به دست آمد.	
	Bensalah Nasr و همکاران گزارش نمودند در نسبت مولی برابر با ۱۲/۵ حداکثر کارایی فرایند فنتون وجود داشته است.	حداکثر راندمان حذف آلاینده ها در این مطالعه بخاطر بالا بودن نسبت مولی، پایین است.
	در مطالعه Lugi Rizzo و همکارانش در تصفیه مقدماتی فاضلاب روغن زیتون به وسیله کیتوزان و فرایندهای فنتون و فوتوفنتون حداکثر کارایی فرایند فنتون در نسبت مولی ۸ به دست آمد.	

یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
میزان حذف COD از فاضلاب روغن زیتون توسط فرایند فنتون حدود ۹۴٪ می باشد.	در مطالعه Berna kiril mert و همکارانش روی فاضلاب صنایع روغن زیتون فرایندهای فنتون و شبه فنتون ۸۰٪ > حذف COD را منجر شد.	تفاوت در بهینه سازی شرایط تصفیه
	در مطالعه Lugi Rizzo و همکارانش برای تصفیه مقدماتی فاضلاب روغن زیتون ماکزیم حذف مواد آلی به وسیله فرایند فنتون ۸۵٪ بود.	
	در مطالعه مجید علی آبادی و همکارانش فرایند فنتون در شرایط بهینه قادر به حذف ۵۷ درصد از COD بود.	
	در مطالعه احمدی و همکارانش در شرایط بهینه تصفیه فاضلاب روغن زیتون با استفاده از فرایند فنتون مقدار حذف COD ۵۶ درصد بوده است.	
	در مطالعه Nasr و همکاران راندمان حذف COD ۸۶٪ به دست آمد.	بالا بودن نسبت H_2O_2/Fe^{2+} و تفاوت در بهینه سازی شرایط تصفیه

یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
نسبت BOD_5/COD از مقدار ۰/۱۶ در ابتدای مطالعه به میزان ۰/۴۴ پس از تصفیه با فرایند فنتون در تصفیه فاضلاب روغن زیتون افزایش یافت.	در مطالعات قبلی این پارامتر بررسی نشده است.	

یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
میزان حذف TP از فاضلاب روغن زیتون توسط فرایند فنتون حدود ۷۰٪ می باشد.	در مطالعه‌ای که احمدی و همکارانش انجام دادند حذف کل ترکیبات فنل با استفاده از فرایند فنتون در فاضلاب روغن زیتون ۱۰۰ درصد بوده است.	- تفاوت در نوع ترکیبات فنلی موجود در فاضلاب مصرفی - تفاوت در روش اندازه گیری فنل
	در مطالعه‌ای که مجید علی آبادی و همکارانش انجام دادند نتایج به دست آمده نشان داد فرایند فنتون در شرایط بهینه قادر به حذف ۹۷ درصد از کل ترکیبات فنل بود.	
	در مطالعه‌ای که Berna kiril mert و همکارانش روی فاضلاب صنایع روغن زیتون انجام دادند فرایند فنتون منجر به حذف ۸۵٪ > کل فنل شده است.	

یافته های مطالعه حاضر	مطالعات پیشین	دلیل عدم تطابق
<p>میزان حذف رنگ از فاضلاب روغن زیتون توسط فرایند فنتون در شرایط بهینه حدود ۴۳٪ می باشد.</p>	<p>در مطالعه ای که احمدی و همکارانش انجام دادند حذف رنگ با استفاده از فرایند فنتون در فاضلاب روغن زیتون ۳۳ درصد بوده است.</p>	<p>میزان حذف رنگ از فاضلاب به نوع و ماهیت ماده رنگی موجود در فاضلاب بستگی دارد و ممکن است این فرایند راندمان های مختلفی در حذف انواع رنگ ها داشته باشد.</p>
	<p>در مطالعه ای که مجید علی آبادی و همکارانش انجام دادند نتایج به دست آمده نشان داد فرایند فنتون در شرایط بهینه قادر به حذف ۱۸ درصد از رنگ بود.</p>	
	<p>در مطالعه Mohamed Osman Saeed و همکارانش در تصفیه روغن پالم با فرایند فنتون راندمان حذف رنگ ۹۷/۳۶ درصد بود.</p>	

دلیل عدم تطابق	مطالعات پیشین	یافته های مطالعه حاضر
	<p>در مطالعه احمدی و همکارانش در بهینه سازی تصفیه فاضلاب روغن زیتون از مدل آماری RSM استفاده شده و داده های حاصل از آزمایشات با مدل تطابق خوبی داشته است.</p> <p>همچنین Mohamed Osman Saeed و همکارانش کارایی CCD/RSM را جهت بهینه سازی شرایط تصفیه فاضلاب صنایع روغن پالم با استفاده از فرایند فنتون مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه نیز تطابق خوبی بین مدل و داده های آزمایشات وجود داشت.</p>	<p>مدل آماری RSM یک ابزار قوی آماری جهت طراحی آزمایشات و آنالیز حاصل از آزمایشات، شبیه سازی تأثیر فاکتورهای مؤثر بر روی همدیگر و در نهایت یافتن شرایط بهینه در این مطالعه می باشد.</p>

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق فرایند فنتون در حذف آلاینده‌ها از فاضلاب صنایع زیتون مؤثر است؛ بنابراین یک تکنیک قوی و کارآمد برای پیش تصفیه این نوع فاضلاب محسوب می‌شود.

همچنین در مقادیر معینی از فاکتورهای مورد مطالعه می‌توان نسبت BOD_5/COD را افزایش داد، به طوری که قابلیت تصفیه پذیری زیستی افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌توان از فرایندهای زیستی برای تصفیه تکمیلی این نوع فاضلاب‌ها استفاده نمود.

روش طرح مرکب مرکزی (CCD) و روش سطح پاسخ برای طراحی آزمایشات، پیش بینی نتایج و تعیین شرایط بهینه فاکتورهای بهره برداری فرایند فنتون جهت تصفیه فاضلاب روغن زیتون مناسب است.

۱. پیشنهاد می‌گردد تا عملکرد فرایند فنتون در تصفیه فاضلاب روغن زیتون در مقیاس واقعی مورد بررسی قرار گیرد.
۲. پیشنهاد می‌گردد تا سیستم با جریان مداوم نیز مورد بررسی قرار گیرد.
۳. بعد اقتصادی فرآیند مورد مطالعه به منظور ارزیابی کارایی فرآیند در مقیاس واقعی بررسی شود.
۴. استفاده از سولفات آهن پرهزینه است لذا بازیابی سولفات آهن در این سیستم ضروری است.

1. Aliabadi M, Fazel S, Vahabzadeh F. Application of Acid Cracking and Fenton Processes in Treating Olive Mill Wastewater. WWCE. 2006;57:30-6.
2. Saeed MO, Azizli K, Isa MH, Bashir MJK. Application of CCD in RSM to obtain optimize treatment of POME using Fenton oxidation process. Journal of Water Process Engineering. 2015 12//;8:e7-e16.
3. Ahmadi M, Vahabzadeh F, Bonakdarpour B, Mofarrah E, Mehranian M. Application of the central composite design and response surface methodology to the advanced treatment of olive oil processing wastewater using Fenton's peroxidation. Journal of Hazardous Materials. 2005 8/31//;123(1–3):187-95.

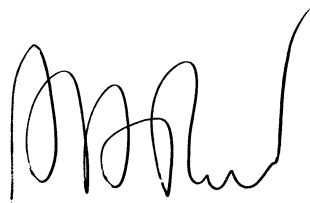
پذیرش مقاله

Optimization of fenton process for olive mill wastewater treatment using response surface methodology

Dear author(s),

I am pleased to inform you that your manuscript FEB_17_00430 has been accepted for publication in Fresenius Environmental Bulletin and will be published **in the next possible Volumes (2017)** according to our internal List.

Yours sincerely



Prof. Dr. Harun Parlar

با سپاس از توجه
شما

